

## Irrigation and Melioration

Volume 2016  
Issue 1 *Irrigation and Melioration*

Article 29

9-3-2015

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ УСТАНОВОК

А. С . Бердышев

*Ташкентский институт ирригации и мелиорации*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/tiame>

### Recommended Citation

Бердышев, А. С . (2015) "ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ УСТАНОВОК," *Irrigation and Melioration*: Vol. 2016 : Iss. 1 , Article 29.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/tiame/vol2016/iss1/29>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Irrigation and Melioration by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ УСТАНОВОК

**Бердышев А.С. - к.т.н., доцент,  
Ташкентский институт ирригации и мелиорации**

## Аннотация

Мақолада фотоэлектрик модуллар ёрдамида автоном электр таъминоти билан узоқ аҳоли яшаш пунктлари учун арзон ултробинофша технология усулида ичимлик сувни ва оқова сувлар тизимида таёарлашда зарарсизлантириш технологияларини куллашнинг масалалари тавсифланади.

## Abstract

The article describes the use of ultraviolet disinfection method for systems of potable water and wastewater treatment as well as the development of low-cost technology of ultraviolet disinfection of water to remote communities using an autonomous power supply from the photovoltaic modules.

## Аннотация

В статье дано описание применения ультрафиолетового метода для обеззараживания в системах подготовки питьевой воды и очистки сточных вод а также разработки недорогой технологии ультрафиолетового обеззараживания воды для удаленных населенных пунктов с использованием автономного энергоснабжения от фотоэлектрических модулей.

В республике решение вопросов водоснабжения отдельных районов населения в сельской местности ведется путем бурения скважин. Действительно, такое решение представляется выгодным как по удобству эксплуатации, так и с точки зрения минимизации расходов на водообеспечение объектов.

Несмотря на несомненные успехи профилактической и лечебной медицины в республике, эпидемиологическая роль водного фактора остается актуальной. Развитие гигиенической науки и обострение проблемы загрязнения окружающей среды приводят к тому, что как в мировой практике, так и в Узбекистане постоянной является тенденция, направленная на ужесточение гигиенических требований к качеству воды, используемой для хозяйственно-питьевых нужд. Решение задачи повышения качества обеззараживания воды, требующее увеличения доз хлора, вступает в противоречие с необходимостью ограничения содержания хлорорганических соединений.

В настоящее время наметилась тенденция по сокращению объемов применения хлора и хлорсодержащих реагентов в водопроводно-канализационных хозяйствах в результате негативного их воздействия на живые организмы и биоценоз водоемов. Такие же проблемы существуют при хлорировании очищенных сточных вод в связи с высокой токсичностью остаточного хлора, хлорорганических соединений и хлораминов для всего биоценоза водоемов-приемников сточных вод. Это получило отражение в массовом создании зарубежом станций дехлорирования обеззараженных сточных вод и сокращения использования хлора в хозяйственно-питьевом водоснабжении на основе применения других технологий обеззараживания.

Таким образом, метод обеззараживания, распространенный в Узбекистане – метод хлорирования или хлорсодержащими реагентами, не в состоянии обеспечить всю совокупность современных гигиенических и экологических требований. Для выполнения современных нормативных требований необходима разработка новых методов и оборудования по обеззараживанию воды, обеспечивающих высокоэффективное удаление микроорганизмов, отсутствие опасных побочных продуктов и

имеющих удовлетворительные технико-эксплуатационные и экономические показатели.

Для решения этих вопросов были проведены научно-исследовательские работы по гранту прикладных исследований ГНТП № КХА-3-031 «Разработка устройства для обеззараживания воды, энергоснабжаемого от возобновляемых источников энергии»

Однако, довольно часто вода, получаемая из скважин, не соответствует нормативным требованиям [2]. Качество добываемой из скважины воды определяется глубиной залегания водоносного горизонта, окружающими его породами, способностью окружающих пород задерживать загрязнения с поверхности. За редким исключением, артезианская вода характеризуется высокой жесткостью и содержанием железа. Концентрации этих примесей достигают нескольких мг/л, а иногда и десятков мг/л или более. Если вода очень загрязненная и когда жесткость воды и содержание в ней железа не превышают 10 мг/л, целесообразно оборудовать скважину системой водоподготовки.

Система очистки воды из скважины состоит из нескольких ступеней:

- фильтра грубой очистки для задержки крупных включений, взвешенных веществ, песка;
- блока обезжелезивания;
- блока умягчения и системы обеззараживания.

При этом механизмы микробиологического загрязнения артезианской воды принципиально отличаются от механизмов загрязнения железом и солями, при экономии на системе обеззараживания, потребитель рискует попасть в опасную ситуацию.

Наиболее перспективным в этих условиях является обеззараживание воды ультрафиолетовым (УФ) излучением. Применение УФ-метода для обеззараживания в системах подготовки питьевой воды и очистки сточных вод оптимально решает возникшие проблемы. За рубежом обеззараживание ультрафиолетовым излучением является одной из технологий, получивших широкое промышленное внедрение, позволяющих обеспечить необходимый эффект без образования побочных веществ, обладающих негативным воздействием на живые организмы. В мире эксплуатируется более 3000 станций

**Пути проникновения микроорганизмов в воду, получаемую из артезианских скважин.**

Проникновения микроорганизмов в воду	Происходит следующим образом:
Заражение воды непосредственно на комплексе водоочистки	Когда в воде высокое содержание железа, то для его удаления необходимо перевести его из двухвалентной формы (FeII) в трехвалентную (FeIII), которая затем осаждается на загрузке фильтра, или, говоря проще, окислить имеющееся в воде железо. Но для окисления необходим кислород, и поэтому в схеме водоподготовки организуют зону аэрации, либо устраивая разрыв струи, либо вводя в технологическую цепочку аэратор. Вот с заборным воздухом и попадают в артезианскую воду микроорганизмы;
Микробиологические загрязнения.	Могут обнаруживаться в артезианской воде даже когда нет разрыва струи и вирусам вроде как нет возможности проникнуть в воду. Попадают они туда вместе с инфильтрационным пополнением водоносного горизонта, т. е. медленно проходя сквозь породу. Такой способ загрязнения наиболее характерен для неглубоких скважин и скважин, пробуренных вблизи поверхностных водоемов. Осадочные породы хорошо удерживают бактерии, но вирусы, обладая много меньшими размерами, легко проникают на значительную глубину и могут приводить к вирусному заражению водоносного горизонта. А так как обычно вирусы обладают высокой способностью к длительному сохранению своих вирулентных свойств, то их проникновение в скважную воду представляет эпидемиологическую угрозу.

УФ-обеззараживания воды различного назначения и производительности, в том числе крупные, производительно более 1 млн м<sup>3</sup>/сут.

Принцип УФ-обеззараживания заключается в прямом воздействии излучения на нуклеиновые кислоты, входящие в состав ДНК и РНК всех живых организмов. Уже в первых работах по исследованию воздействия УФ-излучения на микроорганизмы был обнаружен оптимум длин волн для уничтожения бактерий, находящийся в области 250 - 266 нанометр. Действие ультрафиолета на разные типы микроорганизмов имеет одинаковую природу. Входящие в состав ДНК пиридиновые основания - тимин и цитозин, отличающиеся высокой фотохимической активностью в области 250 - 280 нм, образуют под воздействием облучения сшивки (димеры). Этот фотопродукт обнаружен при использовании коротковолнового УФ-излучения в биологических дозах у самых различных объектов. Многочисленные факты свидетельствуют об определяющей роли димеров в летальном, мутагенном и других эффектах УФ-излучения, при этом внешняя структура микроорганизма оказывает минимальное влияние на эффективность УФ-излучения. Ультрафиолетовое облучение является летальным для большинства микроорганизмов, в том числе и для устойчивых к окислительным методам вирусов [3.]

Основной характеристикой процесса УФ-обеззараживания, определяющей степень снижения количества микроорганизмов данного типа в процессе облучения, является произведение интенсивности излучения -  $I$  [мВт/см<sup>2</sup>] и времени облучения -  $t$  [с]. Произведение  $I \times t$  называется дозой облучения -  $D$  [мДж/см<sup>2</sup>], которое определяет количество энергии ультрафиолетового излучения, сообщаемое микроорганизмам.

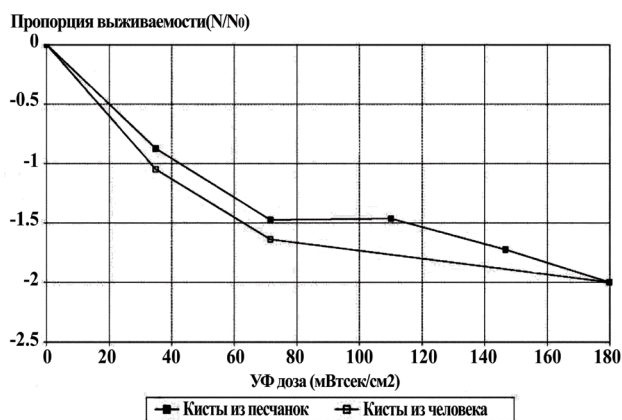
Для определения фактической дозы облучения УФ-систем в Европе и Америке используется метод биодозирования. Суть метода заключается в определении дозы облучения по достигаемой степени инактивации микроорганизмов, в процессе тестирования проверяется соответствие заявленных технических параметров оборудования при минимальном, среднем и максимальном расходах воды, в условиях снижения мощности УФ-ламп и снижения коэффициента пропускания воды в рамках границ, указанных производителем.

Таким образом, критерием надежности УФ-обеззараживания является доза облучения, обеспечиваемая во всем объеме обрабатываемой воды. В условиях идеальной модели доза облучения зависит от УФ-интенсивности, расхода и пропуска воды на длине 254 нм. Однако на практике распределение дозы облучения в зоне обеззараживания неоднородно. Расстояние между УФ-лампами, геометрия зоны облучения оказывают значительное влияние на дозу облучения, т. е. на эффективность обеззараживания. УФ-установки, имеющие одинаковое количество УФ-ламп и равнозначную мощность, могут обеспечивать разную дозу облучения за счет конструктивных отличий.

УФ-облучение обладает высокой эффективностью по отношению к патогенным микроорганизмам. Исследования, проведенные на объектах [1] водоснабжения и канализации, показали, что для инактивации большинства бактерий на 1 - 4 порядка достаточной является доза 10 - 16 мДж/см<sup>2</sup>. Лабораторные исследования [1] показали, что доза облучения 16 мДж/см<sup>2</sup> обеспечивает снижение содержания вирусов (коли-фаги и энтеровирусы) на 1,8 - 2,9 порядка. Достижение более значительной степени обеззараживания по вирусам обеспечивается дозой 40 мДж/см<sup>2</sup> (более 4 порядков). В отношении наиболее устойчивых к обеззараживанию цист лямблий и оцист криптоспоридий требуемая доза УФ-облучения зависит от исходной концентрации этих микроорганизмов: при концентрации до 10000 экз/мл доза 16 мДж/см<sup>2</sup> обеспечивает инактивацию на 2 - 4 порядка, доза 40 мДж/см<sup>2</sup> - обеспечивает отсутствие жизнеспособных цист (рис. 1).

Контактор УФ-ламп (который создает интервал между лампами) может оставить мертвые области, где происходит неадекватная дезинфекция. Ключевое соображение к улучшающемуся обеззараживанию должно минимизировать количество пассивных мест. Некоторая турбулентность должна быть создана, чтобы обеспечить радиальное смешивание потока. Как упомянуто было ранее, ультрафиолетовые системы типично обеспечивают времени контакта порядка нескольких секунд. Поэтому, чрезвычайно важно чтобы предел конфигурации системы был короче.

Поскольку УФ-излучение поглощается рядом растворенных в воде веществ, доза, сообщаемая обрабатыва-



**Рис. 1. Ультрафиолетовые дозы, необходимые для инактивации кисты *Giardia lamblia* полученный из двух различных источников**

емой воде, зависит от коэффициента пропускания воды УФ-излучения на длине волны 254 нм.

Анализ данных, полученных при обследовании реальных объектов [1] показал принципиальную возможность обеззараживания УФ-облучением воды с различными физико-химическими показателями. Кроме того, накопленные данные позволяют делать прогноз коэффициента пропускания воды на основании данных физико-химического качества.

Измерение коэффициента пропускания и проведение модельного облучения позволяют подобрать оптимальное оборудование, отвечающее конкретным условиям. При этом, при применении УФ-обеззараживания отсутствует необходимость в ограничении верхнего предела дозы облучения, ее всегда можно выбрать достаточной для конкретных условий. Обеспечение в промышленных условиях доз УФ-облучения 40 и 80 мДж/см<sup>2</sup> является вполне реальным с технической и экономической точек зрения.

Элементы конструкции УФ-установок, обязательные для обеспечения их нормальной эксплуатации, регламентированы использованием систем контроля дозы УФ-излучения как средства контроля за эффективностью процесса обеззараживания.

Высокие технико-эксплуатационные показатели выпускаемого УФ-оборудования и современный уровень развития УФ-технологии в целом создали условия для масштабного применения ультрафиолета в различных областях коммунального хозяйства и проблем больших городов и крупных промышленных предприятий.

УФ-оборудование должно соответствовать следующим требованиям к промышленному оборудованию для водного хозяйства и нормативным документам, регламентирующим его применение:

- должна быть рассчитана предварительная доза облучения, которая будет гарантировать достижение нормативных санитарно-бактериологических показателей качества обрабатываемой воды;

- могут использоваться бактерицидные ртутные лампы низкого давления, которые специально разработаны для установок обеззараживания воды. Их отличает высокий к.п.д. излучения в бактерицидном диапазоне - 30% - 35% (что в 5 - 6 раз выше, чем у ламп предыдущих поколений), большой срок службы (10000 - 12000 часов), низкая рабочая температура поверхности ламп (30°C - 40°C);

- конструкция камеры обеззараживания должна обеспечить малые потери напора, при этом эти установки могут применяться как в напорных, так и в самотечных схемах.

Промышленностью разрабатываются различные конструктивные модификации оборудования, которые позволяют включить этап УФ-обеззараживания практически в любую схему очистных сооружений.

В установках должны использоваться высококачественные конструкционные материалы: корпус камеры обеззараживания из нержавеющей стали, защитные чехлы - из стойкого кварцевого стекла, двойные уплотнения из долговечной резины. В установках должен применяться удобный и экономичный способ регламентной очистки: химическая промывка слабыми растворами пищевых кислот, для этого установки комплектуются специальным блоком промывки. На пульт управления должна быть вынесена индикация о режиме работы установки, загрязнения кварцевых чехлов, счетчик времени наработки ламп и сигнализации об аварийных ситуациях. Особое внимание при разработке установок уделяется простоте и удобству обслуживания.

Конструктивное исполнение УФ-оборудования обеспечивает его длительную и безаварийную эксплуатацию в тяжелых климатических и технологических условиях реальных зданий и сооружений. Выпускаются установки трех типов, предназначенные для обеззараживания питьевой, поверхностной, сточной очищенной и доочищенной воды [4].

Дозы бактерицидного облучения, обеспечиваемые УФ-оборудованием, составляют не менее 16 мДж/см<sup>2</sup> для питьевой и 30 мДж/см<sup>2</sup> - для сточной воды, что соответствует требованиям современных нормативных документов и мировым стандартам.

УФ-обеззараживание сточных вод - одно из наиболее перспективных направлений применения УФ-метода. Сточные воды - основной источник микробного загрязнения окружающей среды, поверхностных и морских вод, подземных водоносных горизонтов, питьевой воды и почвы, что является фактором риска распространения возбудителей инфекций. Согласно действующим нормативам, сточные воды перед сбросом в водные объекты должны в обязательном порядке подвергаться обеззараживанию. Применение УФ-излучения позволяет не только обеспечить эффективное обеззараживание сточных вод, а также ликвидировать с территории очистных сооружений хлорное хозяйство и исключить из состава сточных вод токсичные хлорорганические соединения.

Сельское хозяйство тесно связано с различными жидкими средами, используемыми при выращивании животных и растений (например, питьевая вода; питательные растворы гидропонных теплиц), а также средами, являющимися побочными продуктами функционирования отраслей сельскохозяйственного производства (например, сточные воды; жидкие фракции навоза). Сельское население в большинстве случаев вынуждено использовать в качестве питьевой загрязненную воду артезианских колодцев.

В среднем человеку необходимо для нормальной жизнедеятельности потреблять 3,8 литра воды день [1]. Водоснабжения для каждого человека были 7,6 литров в день, чтобы гарантировать адекватную поставку и гарантию против потери производства из-за дней с недостаточным солнцем.



Мощность фотоэлектрических батарей выбирается таким образом потреблять, чтобы покрыть вероятности потерь нагрузки 0,1%. Запирающий клапан встроен в канал водоснабжения для отключения в случае, если ультрафиолетовая лампа вышла из строя или если нет энергии, доступной от модулей фотоэлектричества или батарей.

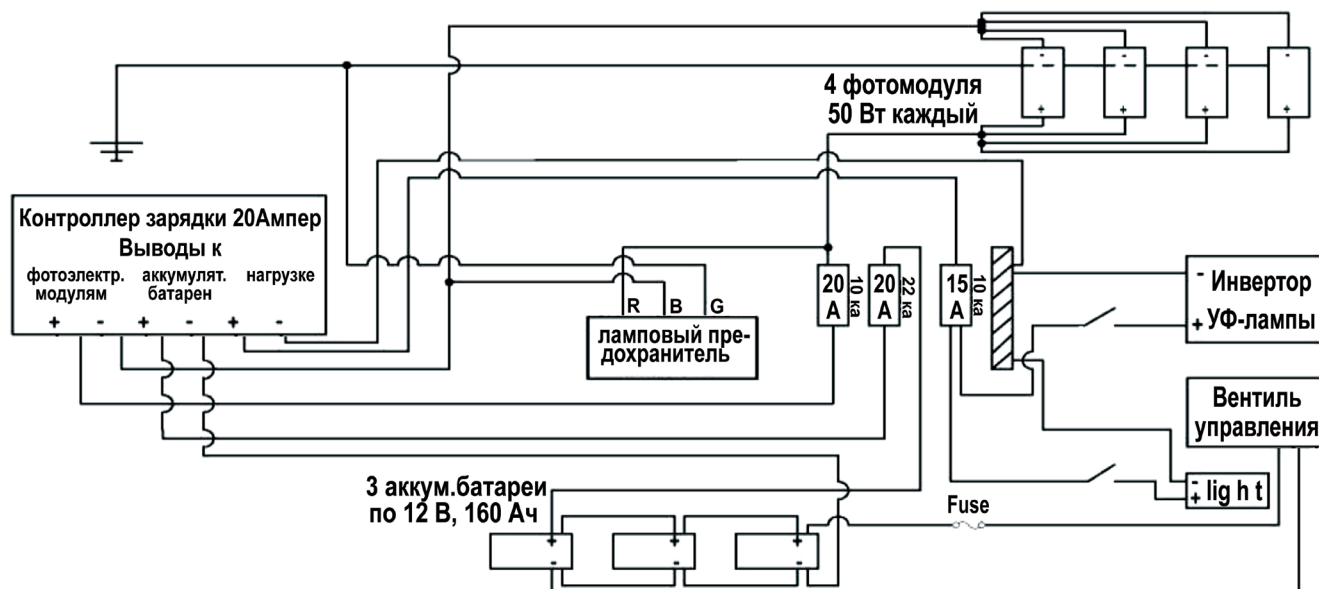
Преимущество ультрафиолетовой системы состоит в том, что избыточная мощность при генерации фотоэлектричества может быть сохранена в батареях и использована в течение тех дней, когда облачность ограничивает работу фотоэлектрических панелей. Ультрафиолетовая обработка требует, чтобы уровень предфильтрации гарантировал присутствие в воде частиц не более 5 микрон, что обеспечивает воздействие ультрафиолетового

живающего установкой. Применение данной технологии открывает большие перспективы для фермерских хозяйств республики.

#### Выводы.

1. В республике целесообразна разработка документов, по установлению нормативных минимальных эффективных доз УФ-излучения, соответствующие мировым стандартам и позволяющие обеспечить надежное и стабильное обеззараживание в системах питьевого водоснабжения, очистки сточных вод и водооборотных циклах плавательных бассейнов и др.

2. Современные строительные нормативы должны быть разработаны также с учетом уровня развития УФ-технологии, что позволит регламентировать проектирование и строительство УФ-обеззараживания.



**Рис.2. Схема фотоэлектрической системы электроснабжения установки ультрафиолетового обеззараживания питьевой воды**

света на всю поверхность частицы. Главные неудобства к этой системе – требование регулярного обслуживания фильтра и более высокие ежегодные эксплуатационные затраты.

Ультрафиолетовый стерилизатор и системы управления потребляют приблизительно 20 Ватт, для непрерывного действия система требует минимальной энергоемкости 480 Втч в день, кроме того, батареи используются на 80%-ную глубину разгрузки. На рис. 2 показана схема установки ультрафиолетового обеззараживания воды с энергоснабжением от фотоэлектрических батарей. Применение фотоэлектрических систем энергоснабжения позволяет существенно упростить эксплуатацию и обеспечить полную безопасность для персонала, обслуживающего установку.

3. Для надежности электроснабжения целесообразно использовать фотоэлектрическую систему, а также примерять эффективные способы очистки воды от механических частиц перед её обеззараживанием в ультрафиолетовой камере.

4. Разработаны параметры электронной схемы управления установкой ультрафиолетового обеззараживания питьевой воды. Составлена методика расчета элементов фотоэлектрической системы для электроснабжения автономной установки обеззараживания питьевой воды.

5. Определены оптимальные дозы ультрафиолетового излучения для обеззараживания вод, зараженных различными патогенными микроорганизмами.

#### Литературы:

1. ОТЧЕТ о научно-исследовательской работе по гранту прикладных исследований ГНТП. № КХА-3-031 «Разработка устройства для обеззараживания воды, энергоснабжаемого от возобновляемых источников энергии». ТИМИ. Ташкент. 2014. с.105.
2. Гигиенические и санитарно-технические требования к источникам централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Правила выбора. СанПиН РУз № 0025-94,- Т.: 1994- 7с.
3. Хаммер М. Технология обработки природных и сточных вод (перевод с англ).- М: Стройиздат. 1979- 400с.
4. NSF/ANSI Standard 55-2002 Ultraviolet Microbiological Water Treatment Systems.